

APLICACIONES DE LA INGENIERÍA ONTOLÓGICA A LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

VILCHES BLÁZQUEZ, L. M.¹; RODRÍGUEZ PASCUAL A. F.¹;
BERNABÉ POVEDA, M. A.³

¹Instituto Geográfico Nacional.
C/ General Ibáñez de Ibero, 3. 28003. Madrid.
lmvilches@fomento.es; afrodriguez@fomento.es

²E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid.
Km 7.5 de la Autovía de Valencia. E 28031 Madrid
ma.bernabe@upm.es

RESUMEN

El estado del arte de la estructuración semántica de la Información Geográfica (IG), es decir, los nombres, códigos y atributos asociados a la geometría, es todavía, en cierta medida, pobre y rudimentario en la mayoría de los sistemas informáticos que la gestionan, ya sean Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Las nuevas posibilidades técnicas, dentro de las llamadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, traídas de la mano por el fenómeno de la globalización (*Web Semántica*, Ingeniería Ontológica, Ingeniería del Conocimiento, gestión de taxonomías, modelado orientado a objetos, etc.) no han sido todavía suficientemente aplicadas al campo de la IG.

Especial interés despierta la utilización de ontologías, como técnica para conseguir sistemas de análisis más inteligentes, de mayor potencia y eficacia, basados en modelos que recogen no sólo objetos, atributos y relaciones, sino además reglas de comportamiento, mecanismos de herencia, procedimientos y funciones que permiten la gestión de la información desde un nivel de significado mayor. Por todo ello, en el mundo de la IG, y en cuanto a lo que es la gestión de la semántica, se presentan como la evolución natural de los catálogos de fenómenos, listas de códigos y tesauros utilizados hasta ahora.

En esta comunicación se describen los métodos más frecuentemente utilizados en la actualidad para organizar la componente semántica de la IG, se hace una introducción a los conceptos básicos relacionados con las ontologías y a las posibilidades que ofrecen. A continuación, se presenta una visión panorámica del estado de esta técnica, describiendo las soluciones *software* existentes y las líneas de actuación futura que se vislumbran. Todo ello, con el objetivo de definir modelos de explotación más inteligentes que manejen información geográfica en lugar de meros datos.

Palabras clave

Ontología, *Web Semántica*, Ingeniería del Conocimiento, Información Geográfica, Catálogo de Fenómenos, Tesauro.

ABSTRACT

The state-of-the-art of the semantic structuring of Geographic Information (GI), that is, the names, the codes and the attributes associated to geometry, are nowadays in a rudimentary stage in most of the computer science systems that manage them, Geographic Information Systems (GIS) or Spatial Data Infrastructures (SDI).

The new technical possibilities, within the so called Communications and the Information's Technologies, showed up by the phenomenon of the globalization (Semantic Web, Ontological Engineering, Knowledge Engineering, management of taxonomies, model OO, etc.). These technical possibilities have not still been sufficiently applied in the field of GI.

The ontologies have a special interest, as a technique to obtain more intelligent analyzing systems with greater power and effectiveness. The ontological models have objects, attributes and relations, moreover it has behaviour rules, inheritance mechanisms, procedures and functions that allow the information management from a greater level of understanding. For that, the ontologies are the natural evolution of feature catalogues, codes list and thesaurus in the GI world.

In this paper the methods more frequently used to organize the semantic component of the GI are described. We present an introduction to the basic concepts related to the ontologies and to the possibilities becomes that offer. Next, an extensive vision of the state of this technique is shown, describing *the software* solutions existing and the future line work. The objective is to define more intelligent operation models in the management geographic information instead of simple data.

Keywords

Ontology, Semantic Web, Knowledge Engineering, Geographic Information, Feature Catalogue, Thesaurus.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la navegación a través de la red para la búsqueda de una determinada información útil o necesaria requiere una cantidad de tiempo importante. Lo habitual es que no se aprecie como transcurre el paso del tiempo, *tempus fugit*, algo tanpreciado y a la vez tan escaso en nuestro quehacer cotidiano. Efectivamente, el coste en tiempo de cualquier información conseguida en la red, es uno de sus principales inconvenientes, a pesar de la potencia y sagacidad crecientes de los buscadores actuales disponibles.

A pesar de todo, son innegables las ventajas que nos ofrece Internet para la búsqueda y recopilación de cualquier tipo de información en general y geográfica en particular. Gracias a la red de redes se puede acceder a una cantidad ingente de documentación de cualquier tipo sobre cualquier tema y en cualquier formato. Sin duda, esta es la consecuencia directa de que la infosfera sea el lugar en el que ocurre “todo” lo tecnológicamente relevante.

Como respuesta ante la problemática derivada de las dificultades que conllevan las posibilidades de acceso masivo a los datos, la complejidad de su interpretación posterior y la dificultad que supone la búsqueda de una determinada información de forma precisa y rápida surge la Web Semántica¹, como vía para ofrecer soluciones más efectivas a los usuarios de Internet.

Esta nueva concepción de la web está en sintonía con la visión original de Tim Berners-Lee, creador de la World Wide Web (WWW) en 1991. Pretendía que la actual red permitiera programar agentes que navegaran en el universo *web* y obtuvieran la información necesaria sin tener que indicarles de dónde obtenerla y cómo gestionarla,

¹ <http://www.w3.org/2001/sw/>

agentes que manejasen información en lugar de datos. Tras la obtención de dicha información, tales agentes serían capaces de transformarla a un formato fácilmente entendible por cualquier persona. Ésta es la *web* hacia la que nos encaminamos, ésta es la Web Semántica.

Actualmente, la Información Geográfica (IG) en Internet queda un poco lejos de seguir la organización necesaria para que esto sea realidad. Las páginas que soportan dicha información están pensadas y realizadas para ser entendidas por el hombre, por este motivo, las máquinas no son capaces de realizar búsquedas en la red de forma eficiente y automática. Esta situación parece ser producto, entre otras cosas, de trabajar con los significantes de los conceptos (provoca que en la actualidad las búsquedas se realicen a través de palabras clave, tipo “*mapa*” o “*cartografía*”), en lugar de hacerlo a través de los significados, es decir, mediante la semántica de la información. Así pues, una vez se dé el salto definitivo a la gestión de contenidos semánticos, es decir, que el significado de los conceptos sea interpretado y utilizado, de alguna manera por los ordenadores, las búsquedas en la red se harán de forma más “inteligente” y efectiva, facilitando la tarea de explotación de la IG.

Para que esto sea cada vez más una realidad consolidada, las ontologías juegan un papel fundamental, ya que son la pieza clave que se ocupa de representar el conocimiento de la manera que necesita la Web Semántica. Gracias a ellas, se podrá conceptualizar el conocimiento, por lo que, ciertamente, se presenta una gran oportunidad para poder estructurar toda la información existente en Internet y, en especial, la IG. Con ello, además, se conseguirá olvidar la idea de que los datos deben ser entendidos única y exclusivamente por los usuarios, y se podrá pasar a un proceso automatizado en el que las máquinas “comprendan”, en parte, los datos que procesan y actúen en consecuencia, sin la necesaria y continuada supervisión por parte del usuario, como sucede en la actualidad. Los sistemas gestionarán más información que datos, consecuencia de que el experto les cederá parte de su conocimiento.

Con tal cambio, se hará posible la mejora en las búsquedas de información, también mejorará el procesamiento de los datos en la red, la explotación de los resultados será más potente, se reducirá el tiempo empleado, se abrirán nuevos horizontes y posibilidades, se potenciarán multitud de usos y, todo ello, revertirá, de forma directa, en un aumento de la confianza sobre la red, su utilidad y su uso.

Este artículo está dirigido a la comunidad geográfica que está interesada en conocer los avances tecnológicos con repercusión directa sobre la Información Geográfica. Para ello, se presenta una aclaración del concepto ontología en la sección 2. A continuación, se describe el estado de estructuración actual de la geo-información en los organismos productores de cartografía y, por ende, la necesidad de construcción de ontologías en la sección 3. La sección 4 es dedicada a un breve comentario acerca de los distintos tipos de herramientas existentes para la definición y gestión de ontologías. Finalmente, en la sección 5 se proporcionan algunas conclusiones al trabajo presentado.

2. ONTOLOGÍAS

El término Ontología procede del mundo de la filosofía, concretamente, según el Diccionario de la Real Academia Española², es la parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades transcendentales, o propiedades que traspasan los límites de lo meramente experimental.

Este concepto ha sido adoptado por la informática, específicamente en el dominio de la Inteligencia Artificial, adaptándolo a sus necesidades, y utilizando una metáfora según la cual lo experimental, físico, tangible, objetivo y registrable serían los datos y lo metafísico, inasible, subjetivo sería la información. De modo más riguroso, esta adopción metafórica ha dado origen a una gran variedad de definiciones de este “nuevo” concepto, producto de los puntos de vista de diversos autores y, fundamentalmente, de las diferentes formas de construir y utilizar las ontologías como sistemas informáticos.

Entre las definiciones más conocidas y utilizadas destaca la aportada por **Thomas R. Gruber**, afirma que una ontología constituye una especificación explícita y formal de abstracciones mentales, las cuales se conforman mediante un acuerdo de la comunidad experta en un dominio y en un diseño para un propósito específico (Gruber, 1993). Esta definición conlleva implícito multitud de aspectos que contribuyen a clarificar dicho concepto. Por ello, al analizarlo de forma pormenorizada, se extrae que una ontología proporciona la estructura para un vocabulario controlado de manera similar a un diccionario o a un tesoro. Dicho vocabulario, consensuado por la comunidad, se expresa a través de conceptos, conformando así las *abstracciones mentales* del susodicho dominio (Bishr, 1998; Harvey et al., 1999; Sheth, 1999). Por otro lado, en cuanto a la *especificación formal* de un vocabulario, esta se podría dar de diversas formas, tales como una lista plana de palabras, un diccionario, una taxonomía, un diagrama Entidad – Relación, un modelo UML (Unified Markup Language), un esquema de XML y muchos otros posibles (Batini et al., 1992).

Pero las ontologías son mucho más que lo descrito hasta el momento, y para dar una pequeña muestra de que sus posibilidades no se circunscriben a las comentadas e intentando clarificar y profundizar más aún, se ha recurrido a la definición de **Neches** y colaboradores. Estos sostienen que una ontología define el vocabulario de un área mediante un conjunto de términos básicos y de relaciones entre dichos términos, así como las reglas que combinan términos y relaciones que amplían las definiciones dadas en el vocabulario (Neches, 1991). Esto supone que las ontologías no están formadas únicamente por meros conceptos con una cierta organización, lo que no distaría mucho de un tesoro, sino que también se dan relaciones, reglas y axiomas entre conceptos que enriquecen y contribuyen a ampliar el vocabulario del dominio de trabajo.

Para aclarar, con un caso concreto, qué es una ontología se incluye a continuación un pequeño ejemplo acerca de una posible ontología de viajes (Gómez-Pérez et al., 2003). Dentro de la misma estarían todos los *conceptos* relevantes relativos al tema en cuestión, entre otros: viaje, vuelo, cliente, alojamiento, carretera, salida, llegada, tarifa, etc.

² <http://www.rae.es/>

En esta ontología todo partiría del concepto clave, *viaje*. Del mismo, se definirían los distintos tipos de viajes que una persona puede realizar (vuelo, en tren, en autobús, en barco, etc.). A esto se le añadiría el hecho de que todo viaje tiene una única fecha, hora y lugar de salida y una única fecha, hora y lugar de llegada, una compañía y una tarifa, conceptos todos que formarían parte de la ontología.

Una vez definidos todos los conceptos básicos se comenzarían a establecer las *relaciones* entre ellos, por ejemplo, un viaje de un tipo determinado con un lugar de salida y otro de llegada le corresponde una duración determinada. Otra posible relación estaría formada por los conceptos *lugar de salida*, *lugar de llegada* e itinerario por *carretera*, ya que una secuencia de carreteras determinada conecta dos lugares diferentes.

La complejidad y variedad en las relaciones puede llegar a ser tanta como se pueda imaginar, ya que la multiplicidad de las relaciones puede lograr un sistema mucho más potente y eficaz. Así pues, una ciudad de origen puede tener asignados como puntos de salidas una determinada estación de autobuses, una estación de tren y/o un aeropuerto. Diversos puntos de salidas que estarán en función del destino elegido o de otras cuestiones como horarios o cuantías económicas, entre otras. Con esta complejidad de criterios sólo gracias a la inteligencia implementada en el sistema éste sabrá guiarnos hacia la estación o aeropuerto más adecuado, en un determinado horario y con los transbordos pertinentes. De esta manera, se consigue aportar eficacia al proceso de gestión de cualquier viaje, facilitando enormemente todo el proceso.

Otro elemento importante que forma parte de las ontologías son los *axiomas* (expresiones lógicas), que sirven para definir restricciones significativas del tipo: “no es posible viajar de EEUU a Europa en tren” o “no es posible viajar en barco entre Madrid y Barcelona”.

Esta pequeña ontología se podría implementar sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG), contribuyendo a gestionar toda esta información de una manera más eficiente y autónoma, debido a que podrá permitir al usuario saber qué tipo de transporte le lleva de una ciudad a otra, días y horarios de salida y llegada, tarifas, duraciones, alojamientos, etc. todo de una forma inteligente y automatizada. Sin olvidar que la información a obtener puede ser tanto o más compleja conforme se vaya aportando mayor complejidad y riqueza a la ontología.

La variedad existente en las definiciones se traslada a las tipologías, es por ello, por lo que se puede encontrar un amplio abanico de las mismas. Entre las más extendidas se encuentra la clasificación realizada por **Mizoguchi y co.** (1995), entienden que hay dos grandes tipos de ontologías; las *dependientes del dominio* y las *dependientes de la tarea*, ambas a su vez subdivididas en otros tipos. Las primeras proporcionan un vocabulario sistematizado que tiene por objeto describir los términos empleados en un dominio dado, por ejemplo, en ontologías de patología médica, de gestión bancaria o de fenómenos hidrográficos aparecerán conceptos del tipo “cirugía”, “fondo de inversión” o “río” de forma respectiva. Por otro lado, las dependientes de la tarea proporcionan un vocabulario sistematizado con los términos empleados en la resolución de problemas asociados a una serie de tareas que pueden, o no, ser del mismo dominio, pero que tienen entre sí cierta similitud: ontologías de responsabilidades, de

seguridad, o de gestión de proyectos. En este tipo de ontologías los conceptos que aparecen no resultan meros descriptores del dominio, sino acciones destinadas a resolver cierta problemática, por ello, aparecen con asiduidad conceptos del tipo “objetivo”, “resolución”, “acción”.

De estas definiciones se extraen varias conclusiones: Por un lado, en las ontologías el conocimiento se especifica a través de conceptos. Es decir, está formado por una agrupación de conceptos que dan como resultado una forma de ver el mundo, común y compartida, acorde con cierta perspectiva ante un dominio del conocimiento. Por otro lado, el hecho de que entre los conceptos existen relaciones, reglas de inferencia, axiomas, etc. que contribuyen a enriquecer el conocimiento del dominio en cuestión. Hay que destacar, que esas conceptualizaciones formalizadas permiten la comunicación entre expertos y sistemas informáticos, consecuencia directa de que la información no sólo es entendible por las personas, como sucedía hasta este momento, sino que también es entendida por las máquinas, lo que repercutirá en una constante reutilización del conocimiento.

Por tanto, la construcción de ontologías dará origen a una importante mejora en la representación de la IG, repercutiendo de forma directa en los sistemas de recuperación, consulta y análisis de la información. Como resumen citaremos a Berners-Lee, Hendler, y Lassila (2001) que cuando aluden a la Web Semántica, señalan a las ontologías como instrumento útil, en tanto en cuanto definen las relaciones entre términos, para lo que cuentan fundamentalmente con una taxonomía y con un conjunto de reglas de inferencia.

3. PERTINENCIA DE IMPLEMENTACIÓN EN EL CAMPO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

En la actualidad, podemos decir que al menos una buena parte de las organizaciones (empresas, organismos de la administración, etcétera.) que trabajan con información geográfica no han alcanzado una óptima organización y estructuración de sus geo-datos. Esta situación viene provocada por la falta de explotación geográfica de los mismos, consecuencia de que tales geodatos son a menudo estrictamente almacenados como simples direcciones postales, con lo que se obvia la riqueza de la representación espacial y el establecimiento de relaciones espaciales. A esto se le une la ausencia de una buena estructuración de los datos, derivada de las inercias producidas en la lenta generación de la IG, llevada a cabo en ciclos notablemente largos (5 años para una escala 1:25.000 y un país del tamaño de España).

Estas circunstancias afectan a todos los usuarios, tanto a aquellos que tienen que afrontar el reto diario de encontrar un dato, interpretarlo y explotarlo en sus propias organizaciones como aquellos que lo hacen de forma eventual. Dichas situaciones complican y dificultan las tareas más elementales en cuanto a utilización de la IG, (consulta, recuperación, explotación, actualización y visualización) tareas en las que el usuario demanda facilidad, sencillez, eficacia y seguridad.

Fundamentalmente, hasta ahora se contaba con dos formas de organización de la componente semántica de la información geográfica: catálogos de fenómenos (*features*)

y tesauros, aunque lo deseable, convirtiéndose en tendencia actual consecuencia de su constante crecimiento, es que estas formas de organización den el salto y pasen a convertirse en ontologías, lo que traería consigo importantes beneficios a todo tipo de productores, gestores y usuarios.

Los *tesauros* surgieron en los años 60 con la construcción del **GEMET** (Tesauro Multilingüe Europeo para el Medio Ambiente), aunque es en los años 70, concretamente en 1976, cuando se consolidan con la aparición del **Tesauro de la UNESCO**, primer tesauro de referencia a nivel mundial. Posteriormente, allá por los años 80, surgieron los *catálogos de fenómenos*, consecuencia de la ardua tarea que suponía llevar a cabo la construcción de un tesauro, por lo que se toman éstos como una opción rápida y fácil para la estructuración de la información. Por otro lado, las *ontologías* son algo incipiente, más aún en el mundo de la información geográfica, cuyos orígenes se atisban en los años 90.

El *catálogo de fenómenos* es la forma más sencilla de organización de los conceptos asociados a la pura geometría; puntos, líneas, polígonos y textos, que describen la información geográfica. Se corresponde con un simple listado de fenómenos geográficos agrupados en clases homogéneas, como por ejemplo: municipio, montaña, acequia, iglesia, carretera, seguidos de un largo etcétera. Normalmente cada clase viene identificada por un código único que sirve para marcar las ocurrencias o instancias (el Municipio de Madrid, el Teide, la Catedral de Burgos,...) pertenecientes a cada clase, y que eventualmente pueden ir acompañadas de una definición y un conjunto de atributos, como la simbología de representación, si puede tener carácter superficial o no, etcétera. Este listado, es una relación elemental de fenómenos de la realidad, en el cual no existe ningún tipo de relación explícita entre elementos, ninguna estructura, lo único que puede encontrarse, en ocasiones, es una jerarquía entre clases de fenómenos, consecuencia de los criterios de formación de códigos asociados a las mismas. La Norma Internacional ISO19110 “Geographic Information – Feature Cataloguing Methodology” establece cómo crear y describir de manera normalizada un catálogo de fenómenos.

Así ocurre en la codificación de la Base Cartográfica Numérica (BCN) definida por el Instituto Geográfico Nacional en el año 1987, en la que se utilizan seis dígitos (TTGGSS), de los cuales los dos primeros corresponden al Tema (TT) o capa de información, los dos siguientes al Grupo (GG) o fenómeno y los dos últimos al Subgrupo (SS) o caracterización de parte de un fenómeno:

TT	GG	SS	Nombre
06	07	01	Autovía
06	07	11	Autovía en túnel
06	07	21	Autovía en puente
06	07	31	Autovía en obras

Por otro lado, los *tesauros*, extendidos y utilizados como obras de referencia básica de multitud de trabajos de todas las áreas de conocimiento, son vocabularios controlados que manifiestan un conjunto de relaciones, tanto semánticas como genéricas, de un conjunto de conceptos que reflejan una parte del conocimiento. El abanico de posibles relaciones a establecer entre los conceptos definidos es fijo y bien establecido:

Término amplio (*Broader Term*, BT): “es término más amplio, más genérico que”. Por ejemplo: Río BT Afluente.

Término específico (*Narrower Term*, NT): “es término más específico que”. Por ejemplo: Arroyo NT Río.

Use por (*Use For*, UF): “es sinónimo de y de uso recomendado”. Por ejemplo: Río UF Caudal.

Use (*Use*, USE): “es sinónimo de y de uso no recomendado”. Por ejemplo: Lecho marino USE Fondos marinos.

Término relacionado (*Related Term*, RT) “tiene cierta relación con”. Por ejemplo: Glaciar RT Hielo.

Término principal (*Top Term*, TT): “es el término más amplio, más genérico que”. Por ejemplo: Autovía TT Transportes.

Con su uso se describe básicamente las relaciones entre los campos semánticos de cada término considerando el que estén incluidos unos en otros, sean iguales o tengan cierto solape, pero sin describir más matices.

En la actualidad, existen dos normas internacionales para la construcción de tesauros, concretamente, la ISO 2788-1986³, orientada a la creación y desarrollo de tesauros monolingües y la ISO 5964-1985⁴, dirigida a los tesauros multilingües. Estas normas han sido adoptadas y traducidas por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)⁵.

La construcción de tesauros se hace necesaria por dos motivos fundamentales; El *primero* surge de la imprecisión y ambigüedad en el uso cotidiano del lenguaje, provocado por la existencia de gran diversidad de sinónimos o términos muy próximos y por los significados distintos de un mismo término. El *segundo* motivo, más importante aún, viene marcado por las grandes ventajas comparativas que tiene respecto al catálogo de *features*. En los tesauros, a diferencia de los mencionados catálogos, si aparecen contempladas, como se ha visto con anterioridad, ciertas relaciones entre los diferentes conceptos que componen un dominio del conocimiento. Esas relaciones son cerradas y un tanto básicas, pero sirven para hacer explícitas las relaciones, *a priori*, entre conceptos.

A pesar de todo, el uso de tesauros no parece estar muy extendido en los organismos y empresas dedicadas a la creación y/o tratamiento de la información geográfica, debido al enorme esfuerzo que supone la definición rigurosa de un tesoro. Es por ello, por lo que los aspectos semánticos de la gestión más sencilla y rutinaria de los datos, se hace complicada y, en ocasiones, harto difícil.

Por encima, y a gran distancia en cuanto a complejidad y potencia, de estas dos formas habituales de organización de la semántica (catálogos de fenómenos y tesauros) se encuentran las ontologías, que de la mano de la Inteligencia Artificial pretenden facilitar, e incluso automatizar, las tareas más repetitivas de nuestros quehaceres cotidianos.

³ <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=7776>

⁴ <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=12159>

⁵ <http://www.aenor.es>

Con las ontologías la consulta, obtención y recuperación de cualquier tipo de información geográfica sería algo mucho más sencillo, ya que por debajo de una simple página *web* estarían las taxonomías, relaciones y axiomas relativas a los conceptos que se manejan, representando y haciendo manejables un buen número de propiedades. Esto permitiría una búsqueda de información casi automatizada, consecuencia de los comportamientos establecidos entre conceptos. Así pues, en una supuesta ontología geoespacial se haría posible hallar información de donde una determinada carretera atraviesa un puente o qué tipo de cobertura de suelo se encuentra en una determinada zona en un mapa a una determinada escala, y todo debido a que las relaciones implementadas facilitarían que una información nos condujera a otras dentro de la propia ontología.

Pero las ventajas proporcionadas por las ontologías no acaban aquí, se amplían como consecuencia de la posibilidad de reutilización de información entre distintas ontologías, es decir, resultado de la interacción inteligente entre ontologías diferentes. La potencia de las ontologías para representar relaciones entre conceptos, puede utilizarse para describir relaciones y correspondencias entre diferentes ontologías, y establecer por ejemplo que el fenómeno “río” en un sistema A, corresponde con un 80% de probabilidad a “river” en un sistema B y con un 70% a “rivière” y 85% a “fleuve” en un sistema C. Gracias a esta idea, una información nos puede conducir a otra, pero no única y exclusivamente dentro de la propia ontología, sino que un sistema podría acudir a ontologías externas para solicitar información. Esto supondría un entrelazado de conocimientos, ya que una información geográfica podría estar en correspondencia con otra información definida en otro u otros sistemas, y este a su vez con otro sistema que podría estar situado en un país distinto del que proviene la consulta inicial y todo de forma automática gracias a la “inteligencia” introducida en las representaciones de la información mediante las relaciones, reglas, axiomas, etc. establecidas entre los conceptos.

De esto se deduce que las ontologías constituyen el complemento ideal tanto para los Sistemas de Información Geográfica (SIG), consecuencia de las mejoras que aportarán en cuanto a consulta, búsqueda y localización avanzada de información a través de los SIG implementados en la web, así como para las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs), más aún una vez que éstas comienzan a extenderse por todo el mundo, concediendo acceso público y abierto a través de la red a la información geográfica a través de diferentes servidores mediante múltiples servicios (*Web Map Service*, *Web Feature Service*, *Web Coverage Service*, etc.) y en este terreno las ontologías tienen mucho que decir respecto a la organización, estructuración y mejora de los accesos a la información.

En definitiva, las ontologías van a aportar muchas utilidades al mundo de la información geográfica, entre las que destacan, según Torres (2003), la mejora en la comunicación, habida cuenta de su dedicación a reducir la confusión terminológica y conceptual en el ámbito del dominio geográfico y la interoperabilidad semántica, ya que las ontologías potenciarán el intercambio de datos geográficos gracias a la semántica que se encuentra en ellas.

4. HERRAMIENTAS

Al igual que sucedía con las definiciones y las tipologías, también son varias las herramientas disponibles de definición y gestión de ontologías. Desde las iniciales y más rudimentarias (Ontolingua Server, Ontosaurus) a las más recientes y avanzadas (Protégé, WebODE, y Ontoedit). Gómez (2002) plantea la siguiente tipología:

1) Herramientas de desarrollo de ontologías: este grupo incluye las herramientas que sirven para la construcción de nuevas ontologías o bien para la reutilización de las existentes. Destacan entre sus funcionalidades la edición y la consulta, así como la exportación e importación de ontologías, la visualización en diversos formatos gráficos, etc.

2) Herramientas de fusión y de integración de ontologías: pretenden solucionar el problema de la combinación e integración de diversas ontologías del mismo dominio, lo que ocurre cuando se unen dos organizaciones diferenciadas, o cuando se pretende obtener una ontología de calidad, a partir de las ya existentes.

3) Herramientas de evaluación de ontologías: aparecen como instrumentos de apoyo que deben asegurar que tanto las ontologías como las tecnologías relacionadas tengan un nivel mínimo de calidad. Para el futuro, este esfuerzo puede conducir a las certificaciones estandarizadas.

4) Herramientas basadas en la anotación: estas herramientas se han diseñado para permitir a usuarios que inserten informaciones y datos. La mayoría de estas herramientas han aparecido recientemente, junto con la idea de Web Semántica.

5) Herramientas de almacenaje y de preguntas: son instrumentos que se han creado para permitir usar fácilmente las ontologías. La clave está en el intento de que la web se convierta en una auténtica plataforma para transmitir conocimiento.

6) Herramientas de aprendizaje: se utilizan semi-automáticamente para construir ontologías a partir del lenguaje natural.

Junto a las herramientas o editores de ontologías hay que destacar la existencia de diferentes lenguajes que permiten la creación y/o el desarrollo de las mismas. La mayoría están contruidos por sintaxis de XML o RDF(S) como OIL (Ontology Inference Layer), DAML (DARPA Agent Mark-up Language) + OIL y OWL (Web Ontology Language). En cualquier caso, estos lenguajes de ontologías están aún en desarrollo, aunque gracias al trabajo y apoyo del World Wide Web Consortium (W3C) parece que OWL se consolida adquiriendo una progresión clara y evidente, por lo que lleva camino de convertirse en estándar *de facto*.

5. CONCLUSIONES

Vivimos inmersos en una frenética actividad dentro de lo que se ha llamado la sociedad de la información, como consecuencia de la aplicación de las Tecnologías de la Información en todos los sectores y ámbitos, en la que sin darnos cuenta todo cambia continuamente a nuestro alrededor y lo hace a pasos agigantados. Esta sociedad es la

que ha dado origen a un buen número de nuevas aplicaciones y utilidades que pretenden, al menos inicialmente, hacernos la vida más fácil.

Esta situación tiene su fiel reflejo en la red, donde el constante incremento de usuarios, las carencias de velocidad, eficacia y universalidad, junto con otros factores, han provocado que se replantee la concepción actual de Internet. Es por ello, por lo que surge la Web Semántica, cuya finalidad consiste en proporcionar un enorme salto cualitativo de funcionalidad y posibilidades para la red y sus usuarios.

En este contexto aparecen las ontologías, que tratan de cargar de inteligencia a los Sistemas de Información, para conseguir que nuestras tareas más rutinarias y repetitivas sean realizadas, total o parcialmente, por las máquinas, facilitándonos así el quehacer cotidiano y aumentando las potencialidades de gestión de la información.

La imbricación de las ontologías con la información geográfica parece ser más que necesaria, pues son muchas las ventajas y pocos los inconvenientes que pueden proporcionar a los usuarios. Las aplicaciones de las ontologías en el campo de la IG son fundamentalmente: organización, estructuración y sistematización del conocimiento; aumento cualitativo de la potencia de explotación inteligente de los datos vía SIG o vía IDE; y mapeo, cotejo y traducción entre distintos catálogos de fenómenos. A la vista de todo ello, no tiene sentido continuar apostando por el pasado, utilizando extensivamente para la gestión semántica de la IG meros catálogos de fenómenos, cuando la sociedad tecnológica demanda ya como presente disponible la aplicación de ontologías.

En definitiva, todo ello es una clara consecuencia del proceso de globalización, que pretende llegar a todos los recovecos del conocimiento, con ello “todos” podremos acceder a toda la información existente, es decir, a todo lo que está disponible en Internet, de una forma mucho más rápida y sencilla, gracias a la “inteligencia” de la *web*.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Gómez-Pérez, A.; Jurista, N.; Montes, C.; Pazos, J. (1997) *Ingeniería del conocimiento*. Madrid. Editorial Centros de Estudios Ramón Areces. Colección de Informática.
- Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, (2001) “The Semantic Web”, *Scientific American*. <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&pageNumber=1&catID=2>
- Qin, J.; Paling, S. (2001) “Converting a controlled vocabulary into an ontology: the case of GEM”. *Information Research*, vol. 6, nº 2. Disponible en: <http://informationr.net/ir/6-2/paper94.html>
- Neches *et al.*, (1991) “Enabling technology for knowledge sharing”. *AI Magazine*, 12(3), pp.16-56.
- Corcho, O.; Fernández-López, F ; Gómez-Pérez, A. (2003) “Methodologies, tools, and languages for building ontologies. Where is their meeting point?”. *Data & Knowledge Engineering*, vol. 46, nº 1.
- Thomas R. Gruber. (1993) “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications”. *Knowledge Acquisition*, 5(2), pp.199-220.
- Bishr, Y. (1998). “Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability”. *Geographic Information Science* 12(4), pp.199-314.

- Harvey, F. ; Kuhn, W.; Pundt, H.; Bishr, Y. (1999) "Semantic interoperability: A central issue for sharing geographic information" *The Annals of Regional Science* 33(2), pp. 213-232.
- Sheth, A. P. (1999) "Changing focus on interoperability in information systems: from system, syntax, structures to semantics". In Goodchild, M. F.; Egenhofer, M.J.; Fegeas, R.; Cottman, C. (eds.) *Interoperating geographic information systems*. Boston, Kluwer Academic Publishers, pp. 5-29.
- Guarino, N. (1998) "Formal ontology and information systems". En GUARINO, N. (ed.), *Formal Ontology in Information Systems*. Ámsterdam, IOS Press.
- Torres Rodríguez, N. (2003) *Imágenes en la web semántica: estándares, aplicaciones y organización de sitios en la red*. Universidad Carlos III de Madrid. (Tesina).
- García Jiménez, A. (2004) "Instrumentos de representación del conocimiento: tesauros versus ontologías". *Anales de documentación*, N° 7. Disponible en: <http://www.um.es/fccd/anales/ad07/ad0706.pdf>
- Gómez-Pérez, A. (coord.), (2002) "A survey on Ontology Tools", *OntoWeb deliverable*. Disponible: http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/OntoWeb_Del_1-3.pdf
- Mizoguchi, R.; Vanwelkenhuysen, J.; Ikeda, M. (1995) "Task Ontology for reuse of problem solving knowledge". In N.J.I. Mars. *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building & Knowledge Sharing*. IOS Press.
- Gómez-Pérez, A.; Fernández-López, M.; Corcho, O. (2003). *Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the Semantic Web*. London. Springer-Verlag.
- Batini, C. ; Ceri, S. ; Navathe, B. (1992). *Conceptual Database Design*. Redwood City, California, The Benjamin/Cummings publishing Company, Inc.

7. FUENTES DE INFORMACIÓN

(World Wide Web Consortium).

<http://www.w3.org/2001/sw/> (World Wide Web Consortium / Semantic Web).

<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=7776>
(ISO 2788:1986 / Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri).

<http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=12159>
(ISO 5964:1985 / Guidelines for the establishment and development of multilingual thesauri).

<http://www.aenor.es> (Agencia Española de NORmalización).